

## Protective device for surge current protection of associated equipment in communications systems

Publication number: CN1145541

Publication date: 1997-03-19

Inventor: TAKEUCHI HARUYUKI (JP); M'YAZAKI MICHIO (JP); BEKKU TADAO (JP)

Applicant: MURATA MANUFACTURING CO (JP)

Classification:

- international: H01C7/13; H01C13/02; H01H85/04; H02H9/02; H04M1/74; H04M3/78; H01H85/06; H02H9/04; H01C7/13; H01C13/00; H01H85/06; H02H9/02; H04M1/738; H04M3/18; H02H9/04; (IPC1-7): H02H9/02

- European: H01C7/13; H01C13/02; H01H85/04; H04M1/74P; H04M3/18

Application number: CN1996100279 19960629

Priority number(s): JP19950164117 19950629

## Also published as:

US5867383 (A1)

JP9017614 (A)

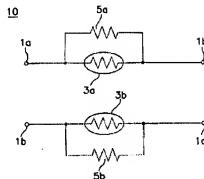
CN1045505C (C)

Report a data error here

Abstract not available for CN1145541

Abstract of corresponding document: US5867383

A small-size high-performance electronic protective device (10) is provided for use in protecting communication equipment including an exchange servicing module against application of abnormal surge current due to accidental shorts between adjacent ones of power feed lines in a communications system. The protective device (10) includes positive thermistors (3a, 3b) connected between communication line input terminals (1a, 1b) and output terminals (1c, 1d) coupled to an associative equipment being protected. The protective device (10) also includes thick-film resistive elements (5a, 5b), which are connected in parallel with the thermistors (3a, 3b), respectively.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

[19] 中华人民共和国专利局

[51] Int. Cl.<sup>6</sup>

H02H 9/02



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96108279.8

[43] 公开日 1997 年 3 月 19 日

[11] 公开号 CN 1145541A

[22] 申请日 96.6.29

[30] 优先权

[32] 95.6.29 [33] JP[31] 164117/95

[71] 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72] 发明人 竹内治幸 宫崎三千男

别宫忠男

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 王忠忠 邹光新

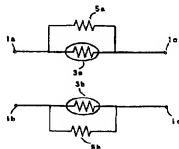
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 6 页

[54] 发明名称 用于通信系统中关联设备的浪涌电流保护的装置

[57] 摘要

为了用于保护包括交换业务操作的通信设备使其免受由于通信系统的相邻电力馈线之间意外短路所引起的异常浪涌电流的作用而提供了一种小体积高性能的电子保护装置(10)。它包括连接在通信线路输入端子(1a、1b)及与受保护的相关设备相耦合的输出端(1c、1d)之间的正热敏电阻(3a、3b)。保护装置(10)还包括分别与热敏电阻(3a、3b)并联连接的厚膜电阻元件(5a、5b)。

10



(BJ)第 1456 号

## 权 利 要 求 书

1.一种用以保护与通信线路有效耦合的设备的保护装置, 所述保护装置包括:

耦合通信线路的输入端以及链合受保护的设备的输出端;  
连接在所述保护装置输入端和输出端之间的正热敏电阻; 以及  
与所述正热敏电阻并联的厚膜电阻元件。

2.根据权利要求1的保护装置, 其特征在于还包括:

耦合不同的通信线路的第二输入端以及链合受保护的设备的第二输出端;

连接在所述保护装置的第二输入端和第二输出端之间的第二正热敏电阻; 以及

与所述正热敏电阻并联的第二厚膜电阻元件。

3.根据权利要求1的保护装置, 其特征在于还包括:

一块陶瓷衬底, 其顶面和底面配置所述热敏电阻和所述电阻元件的并联组合; 以及

用以在从所述输入端流入的异常电流处于或高于对应于可允许功率的额定值时, 由于所述厚膜电阻元件所产生的热量而使所述衬底局部裂开, 使其上的电路开路的装置。

4.根据权利要求3的保护装置, 其特征在于,

所述顶面和底面的其中一个支承所述电阻元件, 所述顶面和底面的另一个支承所述热敏电阻。

5.根据权利要求3的保护装置, 其特征在于,

所述顶面和底面的其中一个支承所述电阻元件和所述热敏电阻。

6.根据权利要求3的保护装置, 其特征在于, 用以使所述衬底局部裂开的所述装置包括所述电阻元件在所述衬底的互连线上的部位和

结构。

7.根据权利要求2的保护装置，其特征在于还包括：

一块陶瓷衬底，其顶面和底面配置所述热敏电阻和所述电阻元件的并联组合；以及

用以在从所述输入端流入的异常电流处于或高于对应于可允许功率的额定值时，由于至少一个所述厚膜电阻元件所产生的热量而使所述衬底局部裂开，使其上的电路开路的装置。

8.根据权利要求7的保护装置，其特征在于，

所述顶面和底面的其中一个支承所述电阻元件，所述顶面和底面的另一个支承所述热敏电阻。

9.根据权利要求7的保护装置，其特征在于，

所述顶面和底面的其中一个支承所述电阻元件和所述热敏电阻。

10.根据权利要求7的保护装置，其特征在于，用以使所述衬底局部裂开的所述装置包括至少一个所述电阻元件在所述衬底的互连线上的部位和结构。

11.一种用以保护与其它设备有效耦合的设备的保护装置，其输入端耦合线路，其输出端耦合受保护的设备，所述保护装置包括：

连接在所述保护装置输入端和输出端之间的正热敏电阻；以及  
与所述正热敏电阻并联的电阻元件。

12.根据权利要求11的保护装置，其特征在于还包括：

一块陶瓷衬底，配置所述热敏电阻和所述电阻元件的并联组合；  
以及

用以在从所述输入端流入的异常电流处于或高于额定功率电平时，由于所述厚膜电阻元件所产生的热量而使所述衬底局部裂开，使其上的电路开路的装置。

13.一种浪涌保护装置，所述保护装置包括：

膜电阻元件;

配置所述膜电阻元件及至少一个互连其它电路元件的电气线路的陶瓷衬底,

其中所述膜电阻元件位于所述衬底的某个部位上, 且具有这样的结构, 在从输入端流入的异常电流处于或高于额定功率电平时, 由于所述膜电阻元件所产生的热量而使所述衬底局部裂开, 从而使其上的电气互连线路开路。

14. 根据权利要求 13 的保护装置, 其特征在于还包括:

与所述膜电阻元件并联的热敏电阻,

15. 根据权利要求 14 的保护装置, 其特征在于,

所述膜电阻元件是厚膜电阻元件, 其中一部分重叠了把所述热敏电阻连接到所述保护装置的输入和输出端的电气连接线路,

16. 根据权利要求 13 的保护装置, 其特征在于, 所述膜电阻元件是厚膜电阻元件。

17. 一种用以保护与通信线路有效耦合的设备的保护方法, 所述保护方法包括下列步骤:

配置耦合通信线路的输入端以及链合受保护的设备的输出端;

在输入端和输出端之间配置正热敏电阻; 以及

配置与所述正热敏电阻并联的厚膜电阻元件。

18. 根据权利要求 17 的保护方法, 其特征在于还包括下列步骤:

配置陶瓷衬底, 其顶面和底面配置所述热敏电阻和所述电阻元件的并联组合; 以及

在从所述输入端流入的异常电流处于或高于对应于可允许功率的额定值时, 由于所述厚膜电阻元件所产生的热量而使所述衬底局部裂开, 使其上的电路开路。

## 说明书

### 用于通信系统中关联设备的 浪涌电流保护的保护装置

本发明概括地说涉及通信系统的保护装置，具体地说涉及一种电子通信线路保护器，用以保护诸如交换业务模件之类的关联电信设备，以免发生由输电线路意外短路而可能感应的异常或浪涌电流。

一般说来，用于保护通信系统中关联设备的保护装置是公知的，例如已公布的未审查的日本专利申请(PUJPA)No.3-5135 中就公开了一种这样的保护装置。图 8 中示出了公知的先有技术保护装置，其中用编号 40 总的表示这种保护装置。保护装置 40 包括一对串联互连在两条线路 A、B 之间的充气管避雷器 41a、41b，与连接到通信线路的输入端相耦合。充气管避雷器 41a、41b 的公共节点接地。保护装置 40 还包括一对连接线路 A、B 输出端子之间的可变电容器或“可调电阻器”43a、43b 的串联组合，线路 A、B 的输出端再与受保护的目標设备相连接。可调电阻器 43 的串联组合的公共节点接地，可调电阻器 43 的串联组合与充气管避雷器 41a 和 41b 的串联组合并联。这些串联组合 41、43 之间配置了一对串联插接在线路 A 上的正热敏电阻器或“热敏电阻”45a 和厚膜电阻元件 47a，以及另一对如图所示的串联插接在线路 B 中的正热敏电阻 45b 和其相关联的厚膜电阻器 47b。

如该领域中一般公知的，正热敏电阻 45a、45b 会遇到电阻的变化可能高达约 20 % 的问题。在这种情况下，为了减少线路 A、B 之间阻抗不平衡的量，修整厚膜电阻器 47a、47b 的形状，保证正热敏电阻 45 和厚膜电阻器 47 所获得的组合电阻值落在约为 1% 精度的限制范围内。

有了这种通信线路保护装置 40, 当由于相邻一些电力馈线之间的意外电气短路所引起的浪涌电流从通信线路链合输入端流入或“侵入”时, 正热敏电阻 45a、45b 出现自热现象, 其阻值迅速增加, 从而企图通过抑制或消除所加的浪涌电流而对受保护的相关设备提供保护。

不幸的是, 公知的先有技术保护装置 40 遇到若干问题, 浪涌电压保护方案不付出代价就不能实现, 第一, 通信过程中语音信息或数据的质量可能下降; 第二, 电路板的面积需要加大, 以使其上安装正热敏电阻 45a、45b。

具体地说, 正热敏电阻 45 甚至在居里温度以下的温度下, 也能呈现电阻与周围温度的变化比较大的电阻-温度特性, 其偏差增大。这就足以用下述方式有害地影响阻抗不平衡量。甚至在正热敏电阻 45 和厚膜电阻器 47 的组合电阻值的精度曾经最佳化的情况下, 如果周围温度变化, 由于各热敏电阻 45a、45b 的温度特性发生偏差, 与线路 A 相关的第一对热敏电阻/厚膜电阻器 45a、47a 的总电阻值与线路 B 相关的第二对热敏电阻/厚膜电阻器 45b、47b 的总电阻值之间会出现差异。线路 A、B 之间这种阻抗不平衡的增加引起诸如专用小交换机 (PBX) 之类的交换业务模件的话音质量下降。

此外, 为了保证正电热敏电阻 45a、45b 能经受所加的浪涌电流或者甚至在最坏情况下损坏时也不发生燃料, 应严格要求这些热敏电阻的体积较大。显然, 这会相应地使安装热敏电阻 45 的有关印刷电路板的面积增大。

因此, 本发明的一个目的是提供一种新颖的改进的保护装置, 这种保护装置避免了先有技术方案所遇到的缺陷。

本发明的另一个目的是提供一种能可靠地保护关联的通信设备、使其免受外加的异常或浪涌电流影响的改进的保护装置。

本发明再一个目的是提供一种用于通信系统能可靠地保护关联的

通信设备，使其免受由电力馈线短路所引起的所加浪涌电流的影响的小体积高性能的保护装置。

上述目的可以用下列方式去达到，提供一种用以保护通信线路的电子装置，其输入节点与通信线路相耦合，输出节点与受保护的目标设备相链合，这种电子装置包括输入节点和输出节点之间的正热敏电阻。这种电子装置还包括与正热敏电阻并联的厚膜电阻元件。

根据本发明的另一方面，这种装置还包括具有顶面和底面的陶瓷电路板或衬底，每一面上配置了热敏电阻和电阻元件并联组合。当从输入节点输入的异常电流超过对应于关联通信设备的可允许功率的额定值时，由于厚膜电阻元件所产生的热量，陶瓷电路板就会局部龟裂，使其上电路的相应部分打开，即“开路”。

有了上这种配置方式，采用正热敏电阻和厚膜电阻元件的并联组合能提供小于正热敏电阻独自的电阻的组合电阻，因此与采用单一正热敏电阻相比，能提高电阻-温度特性。

本发明的另一个优点是对于关联的通信设备能保持抵抗异常浪涌电流的高可靠安全性。这可以用下述方式去达到，当由于电力线路意外短路所引起可能从通信线路的链合输入端子流入的任何浪涌电流其电位增超出预定的可允许功率电平，快速隔离设备。这种受保护设备的快速隔离特别伴随着利用以厚膜电阻元件所产生的热量，便于或加速保护装置的陶瓷电路板局部龟裂，使通往设备的相应电气电路的路径物理损坏。这样，就能使设备与关联通信线路电气上切断或“掩蔽”起来，对于任何浪涌电流的侵入保持了最高的安全性。

在以下的详细说明中记述了这些和其它的改进。为了更清楚地理解本发明的优点和特性，请参阅以下描述及附图。

图 1 是根据本发明一个最佳实施例的通信线路保护装置的电路图。



图2表示图1中所示的保护装置的一种可能的改型的电路结构。

图3例示图1的保护装置的顶视平面图。

图4是表示正热敏电阻器、厚膜电阻器及其复合电阻器的电阻-温度特性曲线的图象。

图5是电路板由于厚膜电阻元件所产生的热量而龟裂的图3的保护装置的视图。

图6表示本发明另一个实施例的保护装置的顶视平面图。

图7A表示本发明又一个实施例的保护装置的顶视平面图。

图7B则表示图7A中所示装置的底视平面图。

图8是一种公知的先有技术保护装置的电路图。

参阅图1，根据本发明的一个最佳实施例的通信线路保护装置总的用编号10表示。基本上，保护装置10有一对与通信线路相链合的输入端子1a和1b。保护装置10还有一对与包括诸如PBX的公知交换业务模块的受保护关联设备有效耦合的输出端子1c、1d。第一正热敏电阻器、即“热敏电阻”3a和第一厚膜电阻器5a彼此并联耦合的并联组合电连接在一个输入端子1a和其对应的输出端子1c之间。类似地，第二正热敏电阻3b和第二厚膜电阻元件5b的另一个并联组合插在剩下的输入端子1b和输出端子1d之间。要注意的是，厚膜电阻器5a、5b专门以这样一种方式布置成一定形状，即修整这些电阻器，使热敏电阻/厚膜电阻器组合3、5(3a、5a；3b、5b)中相应一个的组合电阻值落在例如对应 $\pm 1\%$ 精度变化的限制范围内。这就可确保第一对输入/输出端子1a、1c和第二对输入/输出端子1b、1d之间的阻抗不平衡量保持尽可能小。

必要时，阻抗不平衡量减小的方案另一方面可作如下修正。图2示出了保护装置10的改型结构。这种电路与图1的电路相似，厚膜电阻元件6a、6b分别插在第一和第二热敏电阻/厚膜电阻器对及其对应

的输出端子 1c、1d 之间。具体地说，第一厚膜电阻器 6a 串联互连在第一热敏电阻 3a 和第一电阻器 5a 的第一并联组合与输出端子 1c 之间，而第二厚膜电阻器 6b 则串联互连在第二热敏电阻 3b 和第二电阻器 5b 的第二并联组合及其相关的输出端子 1d 之间，无论是附加的厚膜电阻器 6 还是所有的厚膜电阻器 5、6 都修整成一定形状，以减少第一输入/输出对 1a、1c 和第二输入/输出对 1b、1d 之间的阻抗不平衡量。

除了第三电阻器 6a 和第四电阻器 6b，图 2 的保护装置还包括两个可变电阻器或“可调电阻”9a、9b 的串联组合，可调电阻 9a、9b 可互连在第一和第二电路节点 7a、7b 之间。第一节点 7a 是第三电阻器 6a 与热敏电阻 3a 和电阻器 5a 的第一并联组合的公共节点；第二节点 7b 则是第四电阻器 6b 与热敏电阻 3b 和电阻器 5b 的第二并联组合的公共节点。如图中所示，串联连接的可调电阻 9a、9b 的公共节点 7c 接地。

图 3 中示出了保护装置 10 的详细平面布置情况，其中保护装置 10 包括长方形电路板或衬底 21，后者例如是由氧化铝之类的陶瓷材料所制成的。衬底 21 的顶面中央配置了一对电极焊区 23a、23b，用以与分别连接第一和第二热敏电阻 3a 和 3b 的上表面的金属引线 37a 和 37b 相接触，用以附装正热敏电阻 3a、3b 的电极 25a、25b 配置在热敏电阻 3a 和 3b 相对电极焊区 23a、23b 的那侧。衬底 21 的下周缘部分以预定间隔配置了四个接触电极 27a、27b、27c、27d。输入和输出端子(1a、1b、1c、1d)就附装在这些接触电极上。在衬底 21 的上周缘的相对转角，用公知的印制技术配置了厚膜电阻元件 5a、5b。这些电阻器 5 可以由二氧化钌( $\text{RuO}_2$ )基本材料所组成。

第一正热敏电阻附属电极 25a 及其相关的端子接触电极 27a 用第一导线 31a 电连接在一起，导线 31a 是用公知的布线图案技术制成的，

沿着电衬底 21 顶面的上边缘及左侧边缘而延伸的。第一金属线接触焊区 23a 经过另一条越过衬底 21 的宽度延伸的导线 33a 与端子接触电极 27b 相连接。如图 3 中所示, 第一厚膜电阻器 5a 以位于特定位置的方式配置在衬底表面, 其上边缘搭接在一部分导线 31a 上, 对角线方向的一个对角耦合 L 形导线 35a, 后者的另一端再连接焊区/触点互连导线 33a。

用于另一厚膜电阻 5b、焊区 23b 及热敏电阻附属电极 25b 的电气互连线是与上述元件 5a、23a、25a 的互连线对称地沿衬底 21 宽度配置的, 在衬底表面形成左右对称的布线图形。具体地说, 剩余的正热敏电阻附属电极 25b 通过沿衬底 21 右上边缘延伸的导线 31b 与最右边的热接触电极 27b 电耦合。另一个金属导线接触焊区 23b 通过跨越衬底宽度的导线 33b 与衬底下边缘的热接触电极 27c 相连接。第二厚膜电阻器 5b 位于衬底 21 的右上角, 局部重叠导线 31b, 此外其对角线方向的一个下对角通过反 L 形导线 35b 连接到焊区/触点互连导线 33b。

如图 3 中所示, 圆板或硬币状的热敏电阻 3a、3b 是配置在衬底上分别对应于电极 25a、25b 的选定位置上的, 使得它们位于这些电极 25 上, 如实线圆所示的那样。这些硬币状热敏电阻 3 可以是由选定的铁电材料所组成, 这里是钛酸钡( $\text{BaTiO}_3$ )。

热敏电阻 3a、3b 各自的两面配置了电极, 其中之一用公知的焊接方法与衬底上的热敏电阻附属电极 25a、25b 中对应的一个电连接。各热敏电阻 3a、3b 的另一个电极用焊接方法与金属线 37a、37b 中对应的一条相连接, 达到与焊区 23a、23b 中相关的一个电连接的目的。另外, 输入端子 1a、1b 利用焊接方法与中间触片相连接, 而输出端子 1c、1d 则分别焊接到相对的外触点 27a、27b。

当这样配置通信线路保护装置 10 时, 正热敏电阻 3a、3b 可以呈

现如图 4 中所示的特定电阻-温度特性, 其中如图 4 的特性曲线 P 所证实的, 甚至在低于居里温度的温度下正热敏电阻 3a、3b 本身的电阻-温度变化比仍然较大。通过在这些正热敏电阻 3a、3b 上并联连接厚膜电阻器 5a、5b(后者具有如图 4 中曲线 R 所证明的基本上平坦的电阻-温度特性), 就获得了热敏电阻 3 和厚膜电阻器 5 的每个并联组合的组合电阻。这就导致达到如图 4 中曲线 C 所证明的优良的电阻-温度特性, 这种特性能使所获得的电路的电阻-温度变化比比先有技术中所见到的只有热敏电阻 3a、3b 而不伴随厚膜电阻器 5 的电路小。这可以用来减少热敏电阻 3 和厚膜电阻器 5 的组合电阻的电阻-温度特性的任何可能变化的幅度, 也使第一和第二热敏电阻/厚膜电阻器组合(3a、5a; 3b、5b)的组合电阻之间的差值减少, 这种差值由于周围温度的变化而可能发生。减少组合电阻差可以导致可能抑制或消除输入/输出端子 1a、1c 的阻抗和输入/输出端子 1b、1d 的阻抗之间不平衡量的任何有害增加, 因而能抑制和消除受保护的 PBX 的通信质量的下降。

保护器 10 的另一个显著优点是厚膜电阻器 5a、5b 与正热敏电阻 3a、3b 的并联连接能使所获得的各组合电阻的值调节成小于热敏电阻 3 本身的电阻。因此, 甚至当热敏电阻 3 体积增大时, 也能适当调节输入和输出端子 1a、1c 之间的电阻值以及输入和输出端子 1b、1d 之间的电阻值, 确保 PBX 的直流(DC)电阻较小。

保护器 10 的再一个优点是当正热敏电阻 3a、3b 可能响应由于意外接触电力馈线而引起的来自输入端子 1a、1b 的浪涌电流的施加或“侵入”, 而产生热量增加热敏电阻 3 的电阻值时, 甚至在这些情况下, 也能最佳地设计装置结构, 使厚膜电阻器 5 的放热温度比热敏电阻 3 的高, 而当厚膜电阻器 5 的放热温度处在某个温度时, 如图 5 中的实线 B 的附加例示所证明的, 由于衬底 21 上放置厚膜电阻器 5 的特

定部分和环绕它们的相邻部分之间的温差会迫使衬底 21 在其特定部分首先局部龟裂。

这就导致在厚膜电阻 5a、5b 的安装位置附近形成导线 31a、31b 局部损坏或切断，使对应部分的电路开路，这样就能成功地禁止任何有害的浪涌电流向受保护的有关 PBX 侵入。因此，通过使衬底 21 局部龟裂，使由于外部邻近电力线的意外短路所引起的浪涌电流企图进入 PBX 所流过的电路的对应部分立即开路，就能成功地保护 PBX，使其免受任何外来异常电流的可能侵入。这里要指出的是，尽管衬底 21 开始龟裂的温度为大约 600 °C，但是这种龟裂温度可以通过适当选择厚膜电阻器 5a、5b 的电阻值而设定在任何所需的可供选择值，保证在施加了高于所用的正热敏电阻 3 和厚膜电阻器 5 的可允许功率电平的不同值的任何浪涌电流时能使衬底 21 龟裂。不同于先有技术，这就无需采用不必要大的尺寸的部件或元件，防止正热敏电阻燃烧，从而总体上减小保护装置 10 的体积。

在例示的实施例中，厚膜电阻器 5a、5b 位于衬底 21 上的导线 31a、31b 附近；然而，本发明不应排他性限于这种配置方式，而是可由本领域的技术人员不需要任何创造性的活动就能自由地改变其安装位置，一定程度使电阻器 5 能迅速中断或切断外来浪涌电流侵入受保护的 PBX 的电气线路路径。例如，保护电路 10 另一方面可以如图 6 中所示那样地配置，使得厚膜电阻器 5a、5b 各由沿衬底 21 的宽度延伸的长条所构成，而使衬底 21 沿其如波浪形实线 B 所表示的宽度龟裂，波浪形实线 B 只是为了说明方便起见而添加的。

图 7A 和 7B 中示出了通信线路保护器 10 的另一种改型。这种装置是与图 3 中的装置相似的，如从图 7B 中容易见到的，厚膜电阻器 5a、5b 配置在衬底 21 的底面，端子触点 27a-27d 用双面触点代替，各双面触点的上下表面接触电极是利用公知的贯通接触孔而电耦合在

一起的。最好输入和输出端子 1a-1d 各自设计成一个终端有 U 字形金属化的夹子部分，后者配合或“咬住”衬底 21 的下缘的双面触点 27a - 27d 中对应的一个，用公知的焊接方法与其电耦合。衬底顶面上的各正热敏电阻 3a、3b 与其背面上的相关厚膜电阻 5a、5b 并联电连接，输入/输出端子 1a-1d 作为其公共节点。有了这种用于正热敏电阻 3 和厚膜电阻器 5 的“双面固定件”结构，衬底 21 就能在如图 7B 中附加描绘的实线 B 所表示的底面上首先开始龟裂。

尽管已参照本发明的最佳实施例对本发明作了具体的说明和描述，但是本领域的技术人员都会理解，只要不脱离本发明的精神和范围是可以在形式和细节上作出上述及其它改变的。

## 说明书附图

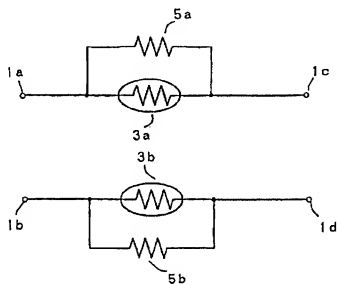
10

图 1

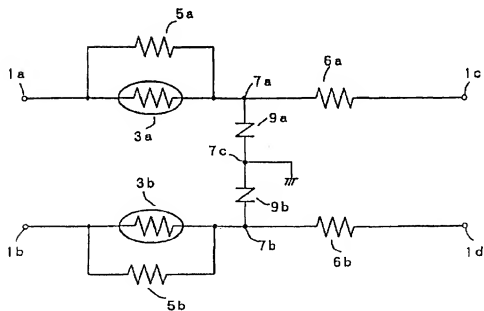
10

图 2

10

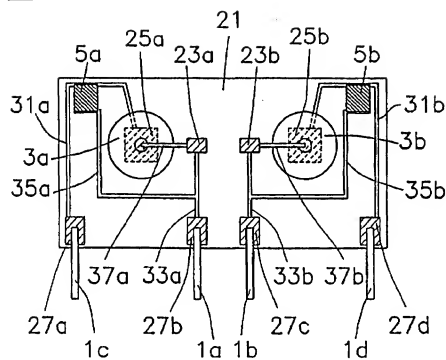


图 3



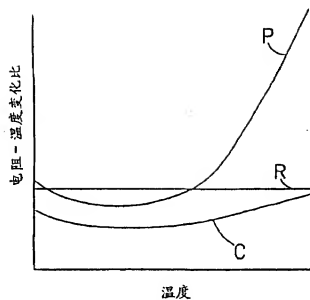


图 4

10

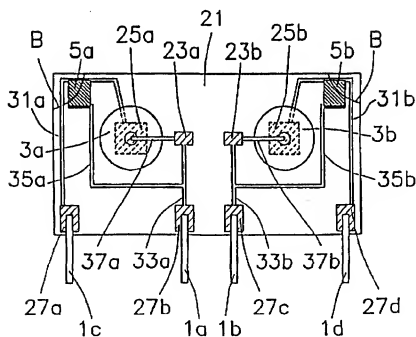


图 5

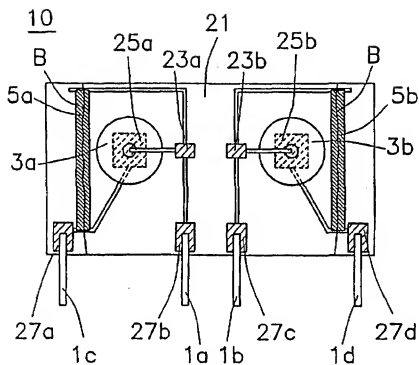


图 6

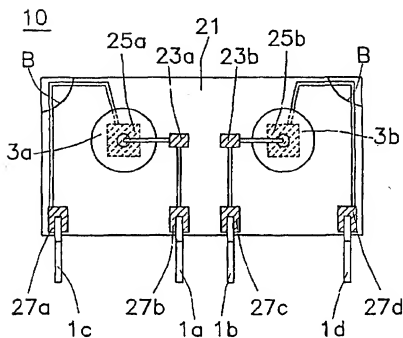


图 7A

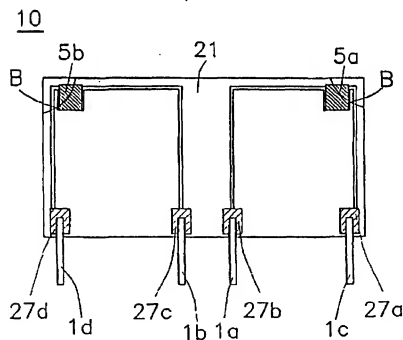


图 7B

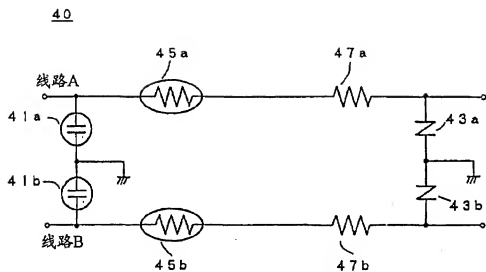


图 8